

SDHp2m

... from policy to market

Regulatorische und marktunterstützende Maßnahmen für die Mobilisierung von Investitionen in erneuerbare Wärmenetze in europäischen Regionen und Ländern

ENERGIEDÖRFER - UMSETZUNG VON NEUEN SOLAREN WÄRMENETZEN KOMBINIERT MIT BIOMASSE



Dieses Projekt wird durch das Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 der Europäischen Union gefördert (Förderkennzeichen 691624)

AutorInnen: Magdalena Berberich, Thomas Pauschinger
Solites
Per Alex Sørensen
Planenergi
Simona Weisleder
Hamburg Institut
Sebastian Grimm, Heiko Huther
AGFW
Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz



Kontakt: Solites - Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige
thermische Energiesysteme
Meitnerstr. 8, 70563 Stuttgart
Tel.: +49 (0)711 673 2000-20
Email: info@solites.de

Stand: April 2018

Arbeitspaket: WP 4: Mobilization of projects and investments
Task: 4.1-4.4
Deliverable: D4.5: Manuals with standardized (plug and play) organizational processes
and technical solutions (1)

Status: Öffentlich

Projekt Website: www.solare-fernwaerme.de

Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Publikation liegt bei den AutorInnen. Sie gibt nicht unbedingt die Meinung der Fördermittelgeber wieder. Weder die Fördermittelgeber noch die AutorInnen übernehmen Verantwortung für jegliche Verwendung der darin enthaltenen Informationen.

INHALT

1. Einleitung	2
2. Gute Gründe für ein solares Wärmenetz	2
3. Prozessphasen eines Wärmenetzes im Überblick	3
4. Beteiligte Akteure	4
5. Flächenfindung für Solarthermie.....	5
6. Machbarkeitsstudie	7
6.1. Beschreibung möglicher Wärmeerzeuger.....	8
6.2. Wirtschaftliche Kennwerte aus Referenzprojekten.....	9
6.3. Technisches Konzept	9
6.4. Mögliche Hindernisse	11
6.5. Sensitivitätsanalyse	11
7. Öffentlichkeitsarbeit.....	11
8. Die Bauphase der Anlage.....	12
Anhang: Beispiel eines Netzplans in der Vorplanung	15

1. EINLEITUNG

Das Projekt SDHp2m (Solar District Heating ... from policy to market) zielt auf einen Ausbau solarer Wärmenetze in neun europäischen Regionen (Thüringen und Hamburg in Deutschland, Steiermark in Österreich, Auvergne-Rhône-Alpes in Frankreich, Masowien in Polen, Varna in Bulgarien, Västra Götaland in Schweden, Aosta und Veneto in Italien).

Die lokalen Randbedingungen für den Ausbau von Wärmenetzen mit Solarthermie unterscheiden sich von Region zu Region. Dennoch ließen sich folgende drei „Standardlösungen“ identifizieren, die in fast allen Regionen angewendet werden können.

- Energiedörfer – Umsetzung von neuen solaren Wärmenetzen kombiniert mit Biomasse
- Einbindung von Solarthermie in biomassebasierte Wärmenetze
- Einbindung von Solarthermie in bestehende städtische Fernwärmesysteme

Dieser Leitfaden beschreibt, wie ein **neues solares Wärmenetz in Kombination mit Biomasse in kleineren Kommunen in ländlichen Regionen entwickelt und umgesetzt werden kann.**

Die größten Herausforderungen in Kommunen ohne Wärmenetz entstehen bei der Planung und Umsetzung des Wärmenetzes und nicht bei der Einbindung einer Solarthermieanlage. Der Umstand, dass die Solarthermie die Nutzung fossiler Energieträger während der Sommermonate komplett ersetzen kann, macht den Bau eines Wärmenetzes dennoch attraktiv.

Dieser Leitfaden ist nicht als abgeschlossenes Dokument zu betrachten, sondern wird durch neue Erkenntnisse erweitert.

2. GUTE GRÜNDE FÜR EIN SOLARES WÄRMENETZ

Bei einer konsequenten Umsetzung der klimapolitischen Ziele in Deutschland und der daraus resultierenden Reduzierung der Treibhausgasemissionen kann die zukünftige individuelle Wärmeversorgung von einzelnen Gebäuden in ländlichen Gegenden nicht mehr auf Heizöl oder Erdgas basieren. Die wesentlichen Optionen werden zukünftig voraussichtlich kleine Biomassekessel oder Wärmepumpen sein.

Wenn jedoch die Wärmedichte in einem Dorf hoch genug ist, kann ein Wärmenetz gegenüber den Einzelheizungen einige Vorteile bieten:

- Durch die zentrale Wärmeerzeugung können größere und technologisch aufwändigere Anlagen professionell betrieben und gewartet werden. Die Anlagen haben eine höhere Effizienz und durch Filtertechnik geringere Emissionen als Einzelheizungen.
- Bei größeren Biomassekesseln kann gröberes und damit günstigeres Brennmaterial eingesetzt werden.
- Solarthermie stellt die Wärme in großen Kollektorfeldern wesentlich günstiger und durch Wärmespeicher auch flexibler bereit als auf einzelnen Gebäuden.
- Die Wärmeversorgung und die entstehenden Kosten sind unabhängig von Importen fossiler Energien
- Während der Rohrverlegung für das Wärmenetz kann die Modernisierung weiterer Systeme fast ohne zusätzliche Kosten eingeleitet werden, bspw. kann die Verlegung von Glasfaser für schnelles Internet durch die Installation von Leerrohren vorbereitet werden.

- Die Attraktivität des Ortes und damit der Wert der Häuser steigen, die regionale Wertschöpfung wird erhöht.
- Die Hausübergabestation in jedem Gebäude zum Anschluss an das Wärmenetz ist sehr kompakt und platzsparend und leicht regelbar.
- Die Hausübergabestation erzeugt weder Emissionen noch Geräusche, im Gegensatz zu bspw. Wärmepumpen oder Heizkesseln mit Öl- oder Biomasse.
- In den einzelnen Gebäuden ist der Wartungsaufwand sehr gering.
- Die Wärmebezugskosten aus einem Wärmenetz liegen meist unter den Wärmegestehungskosten bei Einzelheizungen. Die solare Komponente der Wärmebezugskosten ist für die gesamte Betriebsdauer der Anlage von etwa 25 Jahren bekannt.
- Die Wartung für die Hausübergabestation und die Leckage-Überwachung ist im Wärmebezugspreis inbegriffen.

Die Kosten sind meist das wichtigste Kriterium. Deshalb wird unbedingt empfohlen, bereits in der Initiierungsphase eine grobe Wirtschaftlichkeitsabschätzung durchzuführen. Dieser Punkt ist die Weichenstellung für die Durchführbarkeit des Vorhabens.

Laut der Studie [1] erreichen Projekte dann die beste Wirtschaftlichkeit, wenn eine moderate Gebäudesanierung (insbesondere der Gebäudehülle) mit einem erneuerbar versorgten Wärmenetz kombiniert wird (z.B. auf Basis einer Kombination von Holzhackschnitzeln und Solarthermie). Dabei sollte die Solarthermieanlage auf die Deckung des sommerlichen Wärmebedarfs ausgelegt werden, so dass ein solarer Deckungsanteil am Gesamtwärmebedarf von bis zu ca. 20 % erreicht wird.

3. PROZESSPHASEN EINES WÄRMENETZES IM ÜBERBLICK

Die Umsetzung eines solaren Wärmenetzes kann mit den folgenden Prozessphasen beschrieben werden (siehe Abbildung 1). Besonders in den ersten beiden Phasen der Initiierung und der Vorplanung können verschiedene Gründe auftreten, das Vorhaben abubrechen. In diesen Phasen ist der Abbruch auch noch ohne große finanzielle Verluste möglich. Bis der Beschluss für die Umsetzung gefasst ist und die Planung beginnt, sollten alle technischen, wirtschaftlichen und auch rechtlichen Hindernisse ausgeräumt sein, die einer Umsetzung entgegenstehen könnten.



Abbildung 1: Prozessphasen zur Umsetzung eines solaren Wärmenetzes [9]

In der Phase der Initiierung wird die Projektidee entwickelt und in die öffentliche Diskussion eingebracht. Einige engagierte Bürgerinnen und Bürger können z.B. eine lokale Arbeitsgruppe bilden, die auch im weiteren Verlauf die Verantwortung für die Öffentlichkeitsarbeit und die öffentliche Diskussion der Projektidee übernimmt. Wichtig ist, weitere interessierte Bürgerinnen und Bürger und andere Akteure für eine aktive Mitarbeit und letztendlich den Anschluss an das Wärmenetz zu gewinnen. Ideal ist auch eine Unterstützung der Arbeitsgruppe durch die Gemeinde. Der Wärmebedarf

des Ortes wird anhand einer angenommenen Anschlussquote überschlägig abgeschätzt, rechtliche und politische Vorgaben werden geprüft. Für die Wärmeerzeugung werden verschiedene Technologien diskutiert und die regionale Verfügbarkeit von Brennstoffen analysiert. In dieser frühen Phase muss bereits die Flächenfindung für eine Solarthermieanlage beginnen.

Wenn die grundsätzliche Bereitschaft und die Möglichkeit zur Umsetzung eines Wärmenetzes vorhanden sind, beginnt die Vorplanung. In einer Machbarkeitsstudie werden verschiedene Wärmeerzeugungstechnologien technisch und wirtschaftlich bewertet und Modelle für die Finanzierung und den Betrieb der Anlagen verglichen. Die regionalen Potenziale für Brennstoffe sowie der Wärmebedarf müssen nun verbindlich ermittelt werden und fließen in die Studie ein.

Auf Grundlage der Machbarkeitsstudie wird ein Konzept für den Betrieb der Anlage, die Preisgestaltung, die Nutzung von Finanzierungs- und Förderungsmöglichkeiten und die Wärmeerzeugungstechnologien erstellt.

Sobald die Entscheidung für ein solares Wärmenetz mit Wärmeversorgung aus Biomasse und Solarthermie gefallen ist, sind im weiteren Vorgehen einige Sachverhalte zu beachten, die sich von der Umsetzung eines Wärmenetzes ohne Solarthermie unterscheiden.

In der Planungsphase werden verbindliche Entscheidungen getroffen und Verträge, u.a. mit Lieferanten und Anschlussnehmern, geschlossen. Die notwendigen Genehmigungen müssen nun eingeholt werden und Förderanträge werden eingereicht. Wenn alle zu berücksichtigenden Aspekte geklärt werden konnten, können ein Zeitplan über den Bau der Anlage erstellt und die ausführenden Unternehmen beauftragt werden. Das Wärmenetz wird nun mit allen zugehörigen Anlagenkomponenten gebaut und in Betrieb genommen.

Während des Betriebs muss die Wärmeversorgung des Netzes gesichert werden, indem bei auftretenden Störungen zuverlässige Akteure zur Klärung bereitstehen. Die Wärmeerzeugung kann nun überwacht und optimiert werden. Möglicherweise können weitere Anschlüsse zugelassen werden, wenn die Kapazität des Netzes und der Wärmeerzeugungsanlagen ausreicht.

Wesentliche Details der hier im Überblick beschriebenen Phasen werden in den folgenden Abschnitten genauer erläutert.

Eine detailliertere Beschreibung der Handlungsschritte zur Realisierung eines Bürger-Nahwärmenetzes und eine Checkliste für die einzelnen Schritte ist bspw. in [2] zu finden.

4. BETEILIGTE AKTEURE

Zum Erfolg des Projekts wird zusätzlich zu der lokalen Arbeitsgruppe ein Partner benötigt, der bereits Erfahrung mit der Umsetzung von neuen solaren Wärmenetzen hat. Dies kann eine beratende Firma, ein Planungsunternehmen, ein Versorgungsbetrieb oder auch ein Systemanbieter sein, der die gesamte Umsetzung des Projekts anbietet.

Durch welche Akteure das Wärmenetz geplant, gebaut und betrieben werden soll, muss bereits in der Vorplanung entschieden werden und beeinflusst die entstehenden Kosten und die Fördermöglichkeiten. Generell bieten sich verschiedene Betreiber-Modelle an:

- Bürgerenergiegenossenschaft
Die BürgerInnen sind direkt beteiligt, die Akzeptanz ist hoch und die Wärmebezugskosten sind niedrig. Eine Genossenschaft wird während der Vorplanung gegründet.
- Kommunaler Eigenbetrieb
Der kommunale Eigenbetrieb wirtschaftet im Sinne der BürgerInnen nicht gewinnorientiert und mit hoher Transparenz.
- Versorger wie Stadtwerke oder private Firmen
Der Versorger investiert in die Anlage und verkauft die Wärme mit einer Gewinnmarge an die Anschlussnehmer.

Detaillierte Informationen zu Eigentümerstrukturen und Bürgerbeteiligung finden sich in [3] in Abschnitt 3.4.5.

Die Eigentumsverhältnisse sind für die Investoren und Verbraucher wichtig. Dabei ist für die Investoren die Sicherheit ihrer Investition von Bedeutung. Für die Verbraucher sind die wichtigen Aspekte der Wärmepreis, Vertrauen in den Wärmeversorger, Transparenz und die Versorgungssicherheit.

Durch die Beauftragung geeigneter ortsansässiger Firmen für die Bauausführung fallen die Kosten meist geringer aus als mit großen überregionalen Firmen.

Die regionalen Entscheidungsträger können das Projekt durch folgende Maßnahmen unterstützen:

- Mit-Finanzierung einer Machbarkeitsstudie für ein solares Wärmenetz
- Herstellen des direkten Kontakts zur Kommunalverwaltung, um Genehmigungen zu beantragen und fachliche Unterstützung zu erhalten
- Bei Bedarf: Gründen einer kommunalen Wärmeversorgungsgesellschaft oder Integration der Wärmeversorgung in eine bestehende Versorgungsgesellschaft (Abfallwirtschaft, Wasser- und -entsorgung)

5. FLÄCHENFINDUNG FÜR SOLARTHERMIE

Eine der größten Herausforderungen bei der Planung einer großen Solarthermieanlage besteht darin, geeignete Flächen in der Nähe der Wärmesenken, also des Versorgungsgebiets, zu finden. Deshalb müssen die möglichen Aufstellflächen schon in einer frühen Projektphase genau untersucht werden. Die Kollektoren können auf großen Dachflächen oder auf dem Boden installiert werden, wobei die Nutzung von Dachflächen mit höheren Kosten verbunden ist¹ und die Dachflächen oftmals schon für Photovoltaik verwendet werden. Aus diesen Gründen wird die Solarthermieanlage für ein Energiedorf meist auf einer Freifläche aufgestellt.

Förderlich für die Entwicklung von Freiflächen sind Verfahren zum Flächenscreening, eine ökologische Aufwertung von Freiflächen sowie Beteiligungs- und Geschäftsmodelle für beteiligte Akteure (z.B. Landwirte).

Im Vergleich zu anderen Möglichkeiten der energetischen Flächennutzung weist die Solarthermie eine hohe Flächeneffizienz auf (siehe Abbildung 2). In Deutschland sind bisher thermische Solaranlagen mit einer Gesamtleistung von 12,3 GW_{th}, entsprechend einer Gesamtkollektorfläche von

¹ Siehe auch [8], Factsheet 2.3, Abbildungen 2.3.6 und 2.3.7

17,5 km², installiert. Rund 21.000 km² der bundesdeutschen Agrarflächen werden zum Anbau von Energiepflanzen genutzt. Die Flächeneffizienz der Solarthermie ist gegenüber Energiepflanzen um rund den Faktor 50 höher.

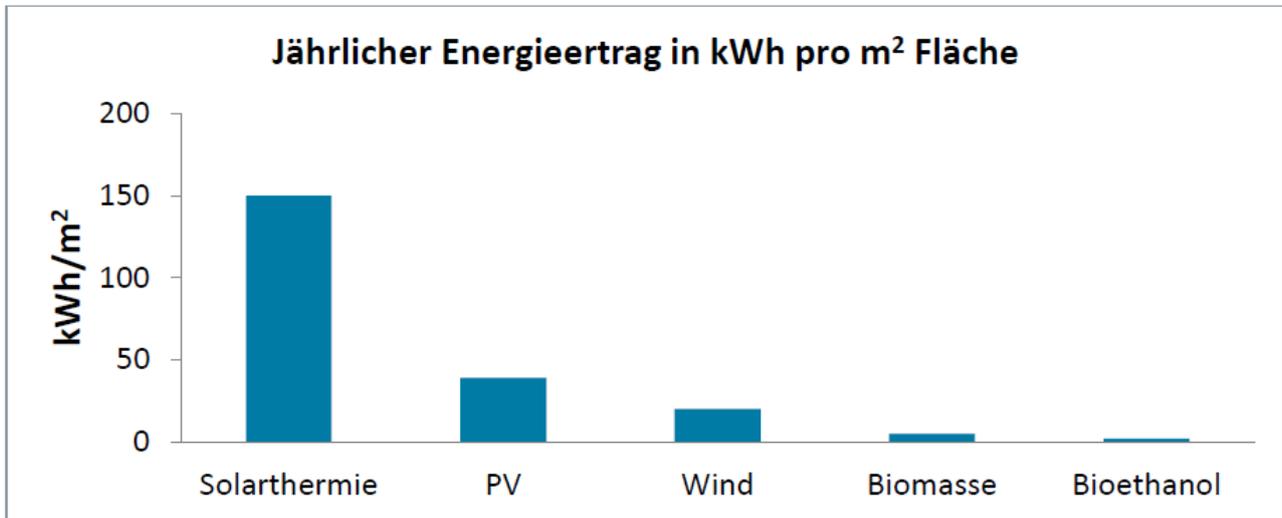


Abbildung 2: Jährlicher Energieertrag im Vergleich [4]

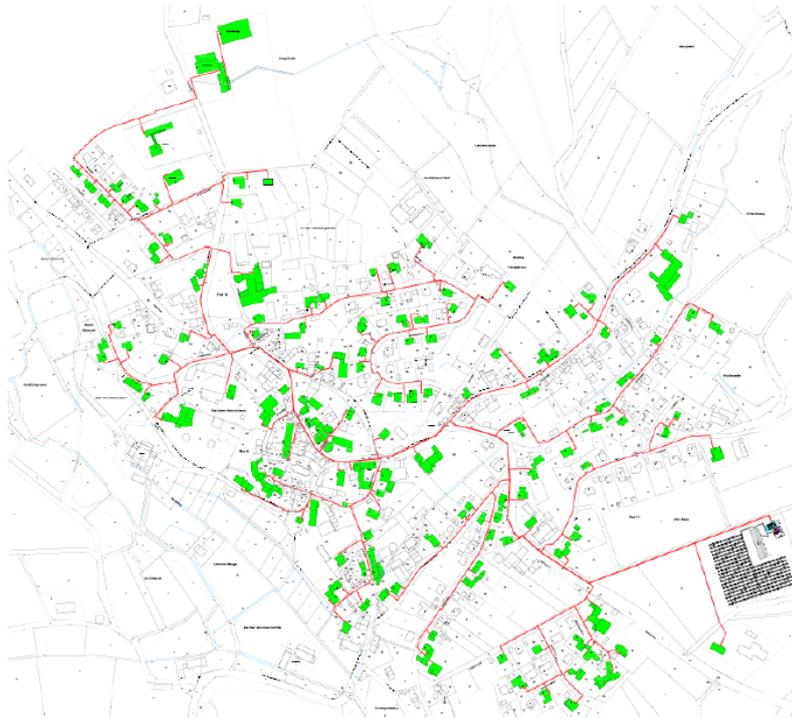
Eine gute Integration der großen Kollektorflächen in die Landschaft ist vorteilhaft für die Akzeptanz, das Landschaftsbild und die Ökologie. In Crailsheim wurden die Kollektorflächen auf einem Lärmschutzwall installiert und das Thema Naturschutz wurde sehr erfolgreich von Anfang an in die Entwicklung der Anlage integriert (Abbildung 3).

Zu Fragen der Flächenfindung und rechtlichen Sachverhalten gibt der Leitfaden [4] weitere Informationen.



Abbildung 3: Großflächen-Kollektoren auf dem Lärmschutzwall in Crailsheim (Bild Lorinser)

Für das derzeit im Bau befindliche Bioenergiedorf Mengersberg zeigt Abbildung 4 die Übersicht über das Dorf mit der geplanten Wärmetrasse und den Anschlussnehmern. Die graue Fläche rechts unten im Bild stellt das Kollektorfeld und die Heizzentrale dar.



- 138 vertragliche Anschlussnehmer (weitere 14 Optionen in Planung)
- Nutzwärmebedarf (138 Abnehmer) ca. 4.668 MWh
- Versorgung über ein 8.924 m langes Nahwärmenetz (KMR-Duo-Rohr)
- Netztemperatur gleitend 85°/55° (Winter) bzw. 70°/40° (Sommer)
- Inbetriebnahme 1. Bauabschnitt Dezember 2017 (ca. 40 Gebäude)
- Fertigstellung Gesamtnetz geplant für Ende 2018

Aktuelle Informationen unter: www.begmengersberg.de

Projektskizze "Bioenergieort Mengersberg" - Bioenergieort 2.0

© Viessmann Group 10.01.2018

9

Abbildung 4: Planung des solaren Wärmenetzes im "Sonnen- und Bioenergieort Mengersberg"

6. MACHBARKEITSSTUDIE

Um Investoren, Kommunen und zukünftige Verbraucher zu überzeugen, müssen eine Machbarkeitsstudie und ein schlüssiges Konzept erstellt werden. In der Studie werden unterschiedliche Aspekte der neuen Wärmeversorgung dargelegt, die im Folgenden den Akteuren zugeordnet beschrieben werden. Das zu entwickelnde Konzept der Wärmeversorgung beinhaltet die Variante, die aufgrund der Machbarkeitsstudie ausgewählt wurde.

Für Investoren relevante Aspekte

- Beschreibung möglicher Wärmeversorgungsvarianten (Wärmenetz und als Referenzvariante die individuelle Beheizung mit verschiedenen Brennstoffen)
- Auswahl des Wärmenetzes als Lösungsvariante und Verfügbarkeit der Brennstoffe
- Festlegung des Versorgungsgebiets
- Standort der Heizzentrale und mögliche Flächen für die Solarthermieanlage
- Betreiber- und Finanzierungskonzept für das Wärmenetz
- Wirtschaftliche Kennwerte aus Referenzprojekten (Nettogegenwartswert, interner Zinsfluss, jährliche Kosten für Konsumenten). Sensitivitätsanalysen.
- Umweltfolgen (Emissionen in Boden, Wasser und Luft)
- Zeitplan
- Diskussion möglicher Hindernisse bei der Projektrealisierung
- Entwurf eines Wärmeliefervertrags für die Kunden
- Im Fall einer Genossenschaft: Entwurf einer Mitgliederversatzung

Für Kommunen relevante Aspekte

- Wirtschaftliche Vorteile für die Gemeinde in Bezug auf Versorgungssicherheit und lokale und regionale Wertschöpfung
- Optionen für Arbeitsplätze in der Gemeinde
- Umweltfolgen (Emissionen)
- Konsequenzen für die kommunale Planung (Auswirkung auf die Umwelt, geschützte Landschaft, Auswirkungen auf die Nachbarschaft der Wärmeerzeugungsanlagen)
- Sozialwirtschaft

Für Verbraucher relevante Aspekte

- Wärmepreis, Preisstabilität und Sensitivitätsanalysen, sekundäre ökonomische Vorteile bei Neubau und Gebäudesanierungen
- Abhängigkeiten und Risiken
- Installationskosten und Finanzierungsmöglichkeiten
- Beschreibung der Hausübergabestation
- Wartung durch den Anschlussnehmer oder Wärmeversorger
- Naturschutz, Geruchs- und Staubbelastigungen
- Satzung über Rechte und Pflichten des Anschlussnehmers und die Möglichkeiten, zu einer individuellen Heizung zurückzuwechseln

6.1. Beschreibung möglicher Wärmeerzeuger

Bei der Wahl der Energiequellen spielen Regionalität, Nachhaltigkeit, Zuverlässigkeit und Preisstabilität eine wichtige Rolle. Wenn die vorhandenen Einzelheizungen hauptsächlich mit Heizöl betrieben werden, kann die Wärmebereitstellung aus Solarthermie und Biomasse wesentlich wirtschaftlicher sein.

In einem neuen Wärmenetz kann Solarwärme auch mit anderen Wärmeerzeugern als Biomasse kombiniert werden, z.B. mit Wärmepumpen. Bei der Entscheidung über den Anschluss an ein Wärmenetz hat jedoch die Wirtschaftlichkeit für die Verbraucher eine zentrale Bedeutung. Da mit Biomasse eine relativ günstige Wärmeerzeugung möglich ist, wird sie derzeit als gute Lösung für die Wärmeversorgung in Kombination mit Solarthermie angesehen.

Biomasse hat zudem den Vorteil, dass sie in einer ländlichen Umgebung oft vor Ort verfügbar ist. Bei einem Wechsel von fossilen Energieträgern auf Biomasse wird somit die regionale Wertschöpfung gesteigert und die Abhängigkeit von Importen reduziert. Andererseits ist die Verfügbarkeit von Biomasse regional limitiert und eine nachhaltige Nutzung ist angebracht. Durch die möglichst vollständige Versorgung eines Wärmenetzes durch Solarthermie in den Sommermonaten werden Solarthermie und Biomasse optimal kombiniert und Biomasseressourcen geschont.

Der Begriff Biomasse fasst so unterschiedliche Brennstoffe wie Stroh, Holzhackschnitzel oder Holzpellets zusammen. Holzpellets sind einfach einzusetzen, die Technik verursacht bei größeren Heizungskesseln (größer 500 kW) jedoch sehr hohe Kosten und ist deshalb nicht wirtschaftlich. Die Entscheidung zwischen Holzhackschnitzeln und Stroh ist von den lokalen Gegebenheiten abhängig (Verfügbarkeit, Qualität, Preis und Versorgungssicherheit mit dem Brennstoff).

Die Solareinstrahlung ist in Deutschland und Europa in allen Regionen hoch genug, um die Nutzung von Solarwärme zu ermöglichen. Während des Entscheidungsprozesses muss jedoch beachtet werden, dass eine geeignete Fläche für das Kollektorfeld nutzbar ist. Mögliche Flächen werden auf einer Karte eingezeichnet und sind ein Teil der Studie.

6.2. Wirtschaftliche Kennwerte aus Referenzprojekten

Um die ökonomischen Kennwerte berechnen zu können, muss bereits ein Konzept der Gesamtanlage vorliegen und folgende Inhalte müssen bekannt sein:

- Der jährliche Wärmeverbrauch der zu versorgenden Gebäude kann durch eine Umfrage ermittelt werden (bei Unklarheit können Standardwerte für den Wärmeverbrauch pro Quadratmeter je nach Gebäudetyp und -alter gewählt werden).
- Dimensionierung der Rohrleitungen des Wärmenetzes, Vor- und Rücklauftemperaturen, Wärmeverluste und Preise
- Investitionskosten, Betriebs- und Wartungskosten für die Verbindungsrohrleitungen und die Hausübergabestationen
- Investitionskosten, Betriebs- und Wartungskosten für die Solarkollektoren und den Biomassekessel
- Verwaltungskosten des Wärmeversorgungsbetriebs
- Effizienz des Biomassekessels, Wirkungsgradkennlinie der Solarkollektoren und Wärmenetz-Temperaturen über das Jahr
- Finanzierungsbedingungen und mögliche Förderungen

Für solare Wärmenetze steht derzeit eine attraktive Förderung durch das Marktanzreizprogramm (MAP) zur Verfügung, die eine Finanzierung von 40 bis 65 % der Investitionskosten ermöglicht. Die Förderung ist von der Gesellschaftsform des Investors abhängig und sollte daher von Anfang an bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden. [5]

Weiterführende Erläuterungen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Annahmen, Fördermöglichkeiten und Beispielrechnungen sind in [3] in Abschnitt 3.3 und in [6] zu finden.

6.3. Technisches Konzept

Das technische Konzept beinhaltet die Dimensionierung des Biomassekessels und der Solarthermieanlage. Die wirtschaftlichste Lösung ist meist, die Wärme in den Sommermonaten mit Hilfe eines Wärmespeichers durch die Solarthermie bereitzustellen. Der Biomassekessel erzeugt über das Jahr den Hauptanteil der Wärme von etwa 75 bis 85 % und ist in den Sommermonaten ausgeschaltet, wodurch ein ineffizienter Teillastbetrieb vermieden wird. Als Reserve kann der Biomassekessel durch einen Öl-befeuerten Spitzenlastkessel ergänzt werden. Die Abbildung 5 zeigt, wie die Wärmeerzeugung eines solaren Wärmenetzes mit Biomassekessel aufgebaut sein kann.

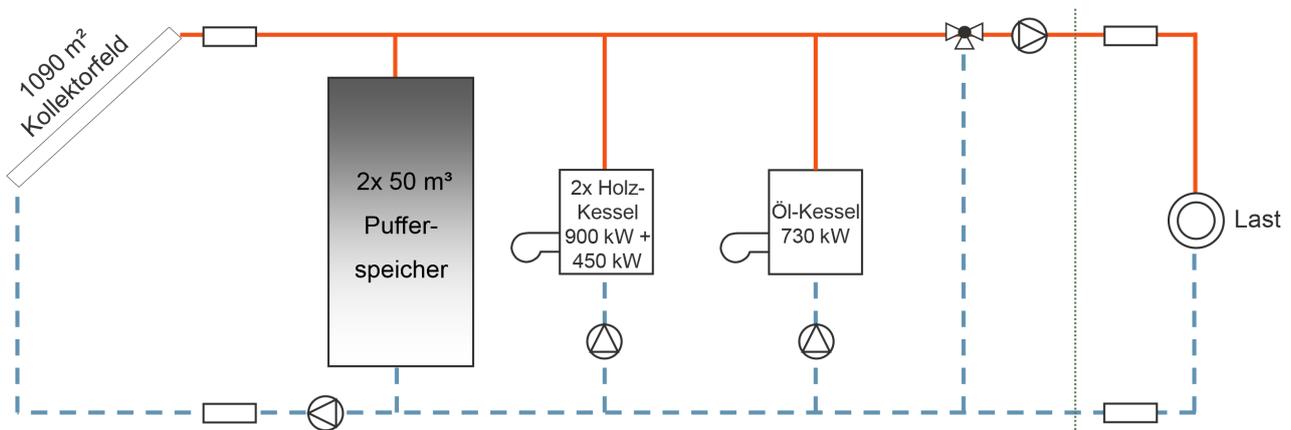


Abbildung 5: Anlagenschema für ein solares Wärmenetz mit Holzhackschnitzelkessel und Spitzenlast-Ölkessel (Energiedorf Büsingen), (Quelle: Solites)

Bei einer Auslegung der Solarthermieanlage auf die vollständige Deckung des sommerlichen Wärmebedarfs eines Wärmenetzes ist ein Pufferspeicher notwendig. Üblicherweise liegen die solaren Deckungsanteile solcher Systeme bei 10 bis 15 % des jährlichen Wärmebedarfs, abhängig von dessen saisonaler Verteilung. Für höhere solare Deckungsanteile bis 50 % ist die Einbindung von großen saisonalen Wärmespeichern erforderlich.

Jedoch sollte die Solarthermieanlage in einem System mit Biomassekessel auch nicht zu knapp ausgelegt werden, da ansonsten die Wärmeversorgung im Sommer nicht sichergestellt ist und durch einen fossilen Heizkessel ergänzt werden muss. Nach einer Betriebspause benötigen Biomassekessel, je nach Größe, eine längere Zeit, um wieder ihre volle Wärmeleistung liefern zu können. Auch wird die Verbrennung der Biomasse bei einer Reduzierung der Leistung schnell ineffizient und die Emissionen steigen an. Deshalb sollte der Biomassekessel im Winterhalbjahr und in der Übergangszeit möglichst durchgängig betrieben werden. In manchen Fällen bietet sich der Einsatz eines kleineren und eines größeren Biomassekessels an, um in der Übergangszeit flexibler zu sein. Dieses Konzept wurde bspw. in dem Bioenergieort Büsingen angewendet, der Anlagensteckbrief befindet sich im Anhang.

Bei der Auslegung der Kollektorfläche muss der gewählte Standort der Anlage beachtet werden, denn die Solareinstrahlung und die Außentemperatur bestimmen den erreichbaren Solarertrag. Die Kollektoren werden meist mit einer Neigung von 30 bis 40° und nach Süden ausgerichtet auf dem Boden aufgeständert, wobei eine Verschattung der Fläche durch Bäume oder Gebäude vermieden werden muss.

Berechnungen zur Dimensionierung sollten mit Wetterdaten eines längeren Zeitraumes durchgeführt werden (z.B. 10 Jahre), da die Solareinstrahlung und damit der nutzbare Solarertrag zwischen den einzelnen Jahren erheblich schwanken kann (z.B. +10 % und -15 % für den Standort Würzburg [7]). Der Solarertrag ist zudem abhängig von den Betriebstemperaturen der Solarkollektoren: Je höher diese sind, um so geringer wird die Wärmeleistung des solaren Wärmereizers, da die Wärmeverluste an die Umgebung steigen.

Solarkollektoren werden im Wesentlichen in die beiden Bauarten Flachkollektor und Vakuumröhrenkollektor unterschieden und darüber hinaus gibt es von den Kollektorherstellern unterschiedliche Produkte mit unterschiedlichen Leistungsmerkmalen. Welches Produkt zu empfehlen ist, hängt letztendlich von den spezifischen Projektbedingungen und den Angebotspreisen ab. Es empfiehlt sich, zur Bewertung von Angeboten auch eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchzuführen, die die aufzuwendenden Kosten auf die produktspezifischen, nutzbaren solarthermischen Wärmeerträge bezieht.

Aufgrund der beschriebenen Zusammenhänge sind dynamische Simulationen zur Dimensionierung einer Solarthermieanlage empfehlenswert. Programme zur Berechnung oder Simulation von Solarthermieanlagen stehen unter diesem Link zur Verfügung: <http://solar-district-heating.eu/ServicesTools/SDHcalculationtools.aspx>.

6.4. Mögliche Hindernisse

Bei einer vorhandenen Erdgasversorgung wird die Umsetzung eines Wärmenetzes meist nicht weiterverfolgt, da es bei den aktuell niedrigen Erdgaspreisen nicht konkurrenzfähig ist. Auch wenn günstigere Wärme lokal verfügbar ist (z.B. überschüssige Wärme aus industriellen Prozessen oder ungenutzte Wärme aus einem Biogasmotor, Müllverbrennung und Wärmepumpen, die günstigen Strom verbrauchen und Wärme erzeugen), sind die Erfolgsaussichten eines solaren Wärmenetzes gering. Diese möglichen Hindernisse müssen bei der Planung eines solchen Projektes berücksichtigt werden. Siehe auch [8], Merkblatt 2.1 "Solar heat combined with other fuels".

Bei der Integration des Kollektorfeldes und der Heizzentrale in die Landschaft müssen ggf. vorhandene Schutzgebiete berücksichtigt werden (z.B. Landschaftsschutzgebiet) sowie die Auswirkungen von entstehenden Betriebsgeräuschen. Verglichen mit landwirtschaftlicher Nutzung, kann ein Kollektorfeld die Biodiversität auf der Fläche erhöhen.

6.5. Sensitivitätsanalyse

Abschließend wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, die zeigt, wie stark die ermittelten Daten und Kennwerte gegenüber Veränderungen der Randbedingungen reagieren. Die Anschlussquote an das Wärmenetz ist bspw. sehr wichtig. Je nach den Randbedingungen der Wirtschaftlichkeitsberechnung ist eine bestimmte Anzahl an Anschlussnehmern notwendig, um die Wirtschaftlichkeit zu erreichen. In der Sensitivitätsanalyse kann untersucht werden, wie stark sich die Wirtschaftlichkeit bei Variation der Anschlussnehmer verändert und unter welcher minimalen Anschlussquote das Wärmenetz nicht umgesetzt werden kann.

7. ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Wenn die Entscheidungsgrundlage mit den Akteuren und der lokalen Arbeitsgruppe abgestimmt ist, kann mit der Öffentlichkeitsarbeit für die Gewinnung von Anschlussnehmern begonnen werden. Eine Anschluss-Kampagne könnte folgendermaßen organisiert werden.

Ein Informationsblatt und ein Entwurf der Anschlussvereinbarung wird an alle Hauseigentümer verteilt.

Das Informationsblatt enthält:

- Informationen über die notwendige Anschlussquote
- Einladung zu einer Informationsveranstaltung
- Eine Kostenberechnung für die Hauseigentümer, in der der Anschluss an das Wärmenetz, Öl-Heizung und elektrische Heizung mit einer Wärmepumpe miteinander verglichen werden
- Argumente für den Anschluss an das Wärmenetz
- Organisationsformen für den Betrieb des Wärmenetzes, z.B. eine Bürgerenergie-Genossenschaft
- Eine Karte des geplanten Versorgungsgebiets
- Kontaktdaten für Fragen

Der Entwurf der Anschlussvereinbarung enthält folgende Informationen

- Mit der Unterzeichnung werden die Bedingungen des Anschlusses an das Wärmenetz akzeptiert.
- Die Vereinbarung ist hinfällig, wenn das Projekt aufgrund von zu wenig Anschlussnehmern nicht realisiert werden kann.
- Die Kosten des Anschlusses inklusive Hausanschlussleitung, einer Standard-Hausübergabestation, Wärmemengenzähler mit Leckagealarm und Entsorgung des Ölkessels und der Öltanks.
- Für Hauseigentümer, die den Anschlussvertrag vor Beginn der Bauarbeiten unterschreiben, wird der Hausanschluss meist vergünstigt angeboten, bspw. zu 50 % des normalen Preises.

Durch Interviews mit Mitgliedern der Arbeitsgruppe und Informationen in den lokalen Medien wird die Öffentlichkeit zudem auf das Projekt aufmerksam gemacht und informiert. Bei öffentlichen Informationsveranstaltungen wird das Projekt präsentiert und diskutiert und die Teilnehmer werden über die Anschlussbedingungen informiert. Es wird viel Mund-zu-Mund-Propaganda und persönliche Überzeugungsarbeit nötig sein.

Damit die Hauseigentümer ein besseres Verständnis für die Technologie entwickeln können, sind Exkursionen zu anderen erfolgreich umgesetzten solaren Wärmenetzen hilfreich. Solche Exkursionen kann die lokale Arbeitsgruppe organisieren und anbieten.

Für ein Wärmenetz gibt es gute Argumente, die zu Beginn dieses Dokuments dargelegt werden.

8. DIE BAUPHASE DER ANLAGE

Wenn die Anschlussquote erreicht wurde und die vorläufigen Anschlussvereinbarungen in Verträge umgewandelt wurden, kann die Umsetzung des Wärmenetzes beginnen. Soll das Wärmenetz durch eine neue Genossenschaft betrieben werden, wird eine Satzung zur Gründung der Genossenschaft aufgesetzt. Die lokale Arbeitsgruppe wird dann oft durch einen gewählten Vorstand ersetzt.

Nun muss die Ausschreibung für die Projektumsetzung veranlasst werden, eine Vergabe erfolgen und schließlich die Verlegung des Wärmenetzes und die Installation der Wärmeerzeuger statt finden. Außerdem müssen Termine für die Installation der Hausanschlussstationen an das Wärmenetz und die Deinstallation der Einzelheizungen angekündigt und individuell vereinbart werden. Diese Arbeiten müssen von Fachleuten durchgeführt werden. Es ist sehr wichtig, dass sowohl das Bauunternehmen als auch Vertreter der lokalen Arbeitsgruppe, der Kommune bzw. der Genossenschaft die Anwohner vor Ort kontinuierlich über anstehende neue Schritte und den Fortgang des Projekts

informieren. Denn insbesondere die Verlegung des Wärmenetzes kann zu Beeinträchtigungen des Straßenverkehrs und des Gesellschaftslebens führen und sollte rechtzeitig erläutert und angekündigt werden. Oft gehen die Mitglieder der Arbeitsgruppe auch von Haus zu Haus, um direkt mit den Eigentümern zu sprechen und ihre Fragen zu beantworten. Bei der Gelegenheit wird den Hauseigentümern auch eine letzte Möglichkeit auf einen Anschluss mit verringertem Anschlusspreis gegeben.

Siehe auch Factsheet 3.2 “Tendering and contracts” und Factsheet 4.1 “Supervision of construction and commissioning” in [8].

LITERATUR

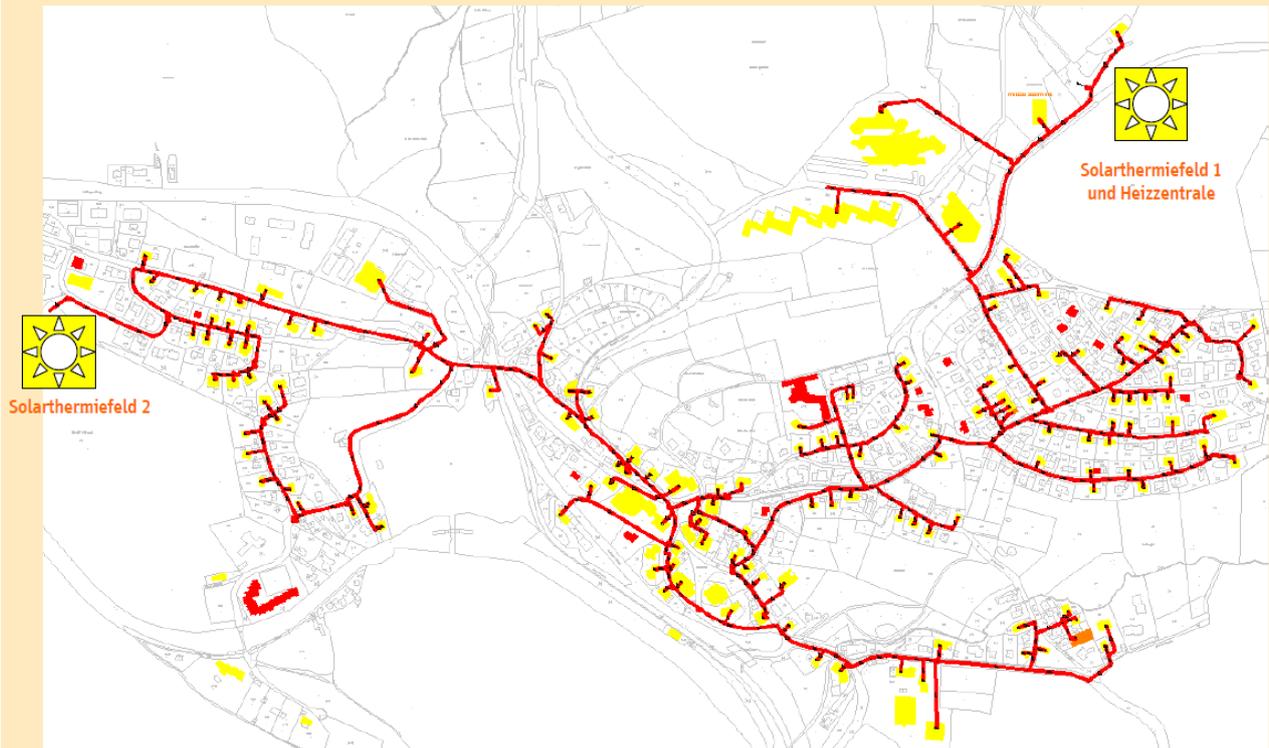
- [1] O. Miedaner, L. Deschaintre und E. Primoudi Tziggili, „Studie zur detaillierten Bewertung von solaren Wärmenetzkonzepten für drei typische Siedlungsgebiete,“ 2015. [Online]. Available: <http://solar-district-heating.eu/de/en-gb/dokumente.aspx>
- [2] C. Orlando, A. Reis und P. Thome, „Leitfaden Bürgernahwärmenetze im Rhein-Hunsrück-Kreis,“ Simmern, 2015.
- [3] SolnetBW, „Solare Wärmenetze für Baden-Württemberg - Grundlagen / Potenziale / Strategien,“ Stuttgart, 2015.
- [4] Hamburg Institut, „Planungs- und Genehmigungsleitfaden für Freiflächen-Solarthermie,“ Hamburg, 2016.
- [5] BMWi, „Informationsportal Erneuerbare Energien - Marktanreizprogramm,“ Februar 2018. [Online]. Available: <http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Foerderung/Marktanreizprogramm/marktanreizprogramm.html>
- [6] Hamburg Institut, „Förder- und Finanzierungsleitfaden für Freiflächen-Solarthermie-Anlagen mit Wärmespeicher und Anbindung an Wärmenetze,“ Hamburg, 2016.
- [7] M. Berberich und D. Mangold, „Randbedingungen von Solarthermieanlagen für iKWK-Systeme,“ *EuroHeat&Power*, pp. 16-19, 11 2017.
- [8] SDH-Projekte, „SDH Guidelines,“ 2018. [Online]. Available: <http://solar-district-heating.eu/Documents/SDHGuidelines.aspx>
- [9] A. Kornmann, „Bewertung bestehender und Entwicklung neuer Maßnahmen und Instrumente zur Förderung der regionalen Markteinführung von Nah- und Fernwärmesystemen mit erneuerbaren Energien unter besonderer Berücksichtigung der Solarthermie,“ Masterarbeit am Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik der Universität Stuttgart, Stuttgart, 2016.

ANHANG: BEISPIEL EINES NETZPLANS IN DER VORPLANUNG

Vorläufiger Netzplan Schluchsee

solar**complex**:
sonne • wind • wärme

- Stand 10.07.2017
- Endgültiger Trassenverlauf nach Rücklauf Verträge



SOLARE NAH- UND FERNWÄRME

Fallbeispiel Bioenergiedorf Büsingen

Typ: Solares Wärmenetz für Dörfer und kleinere Städte



Solarthermie im Sommer, Biomasse im Winter

Bioenergiedorf-Konzepte wie im süddeutschen Ort Büsingen zielen auf die grundlegende Umstellung der Wärmeversorgung einer ganzen Ortschaft auf regenerative Energien ab.

Das Projekt in Büsingen wurde durch den regionalen Energieversorger Solarcomplex AG umgesetzt und umfasst ein neu verlegtes Wärmenetz samt Heizwerk mit Erzeugungsanlagen. Durch das Wärmenetz werden über 100 Gebäude mit Wärme aus regenerativen Energiequellen versorgt.

Da es in Büsingen keine Biogasanlage zur Abwärmenutzung gibt und auch Biomasse beschränkt verfügbar ist, wurde deutschlandweit erstmals eine solarthermische Großanlage als Wärmeerzeuger für ein Bioenergiedorf realisiert. Die Solaranlage deckt dabei den kompletten sommerlichen Wärmebedarf und ergänzt so ein Biomasseheizwerk auf ideale Weise. Dieses vorbildliche Konzept ist zukunftsweisend und auf neu entstehende Bioenergiedörfer übertragbar.

Anlagendaten im Überblick

System

Anlagentyp	Solares Wärmenetz für Dörfer und kleinere Städte
Projektname	Bioenergiedorf Büsingen
Betreiber	Solarcomplex AG
Inbetriebnahme	2013
Wärmeabgabe Netz	3,5 GWh/a

Solaranlage

Einbindung	Zentral
Installation	Freilandaufständerung
Kollektortyp	Vakuumröhrenkollektor
Kollektorfläche/Leistung	1.090 m ² / 0,8 MW _{th}

Wärmespeicher

Typ	Pufferspeicher
Volumen	100 m ³

Hintergrund

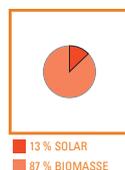
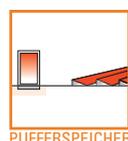
Die Solarcomplex AG ist ein regionaler Energieversorger in Süddeutschland, der sich zum Ziel gesetzt hat die komplette Energieversorgung der Bodensee-Region bis 2030 auf erneuerbare Energien umzustellen. Im Zuge dessen werden ganze Dörfer in Baden Württemberg in sogenannte „Bioenergiedörfer“ umgewandelt. Hierzu wird in der Regel ein Nahwärmenetz verlegt. In allen Projekten werden die Einwohner bereits im frühen Stadium in die Projektplanung eingebunden, um eine hohe Beteiligung und Anzahl von Hausanschlüssen zu garantieren.

Büsingen ist das siebte von Solarcomplex umgesetzte Bioenergiedorf mit der Besonderheit, dass es sich um eine deutsche Exklave handelt, in der das Zoll- und Wirtschaftsrecht der Schweiz gilt und nicht das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Dadurch ist, wie bisher in vielen anderen Bioenergiedörfern umgesetzt, der stromgeführte Betrieb eines Biogas-BHKWs mit Abwärmenutzung nicht wirtschaftlich.

Aus diesem Grund wurde in Büsingen ein Wärmenetz realisiert, das die Haushalte mit Wärme aus Biomasse und Solarthermie versorgt. Dabei ist die 1.090 m² große Solaranlage so ausgelegt, dass sie den Wärmebedarf im Sommer komplett deckt, wodurch ein unwirtschaftlicher Teillastbetrieb der Biomasse-Heizkessel vermieden wird.

Ein solches Wärmenetz, bestehend aus einer Solarthermieanlage und Biomasse-Heizkesseln, wurde erstmals in einem deutschen Bioenergiedorf umgesetzt und gilt daher als „Best Practice“-Beispiel für weitere solche Konzepte.

Anlagenkonzept



In Büsingen werden über 100 Abnehmer mit Wärme versorgt. Der Wärmebedarf liegt bei knapp 3,5 GWh/a.

Das Wärmenetz ist für eine Vorlauftemperatur zwischen 80 und 75 °C und eine Rücklauftemperatur von ca. 50 °C ausgelegt. Die Wärme wird hauptsächlich aus Biomasse erzeugt. Des Weiteren liefert die Solarthermie einen Anteil von 13 % am jährlichen Wärmebedarf.

Bereitgestellt wird die Solarenergie von einer 1.090 m² großen Kollektorfläche, die größtenteils in Freilandaufstellung und zu einem Teil auf der Fassade der Heizzentrale realisiert ist. Dachmontiert sorgt eine eigene PV-Anlage für die Bereitstellung des Betriebsstroms.



Nahwärmeleitungen mit Netzpumpen in der Heizzentrale in Büsingen



Einbau des Pufferspeichers per Kran

Technische Komponenten

Die Solarthermieanlage setzt sich aus zwei 500 m² großen Freilandkollektorfel­chen und einer 90 m² großen Kollektorfel­che auf der Fassade der Heizzentrale zusammen. Die Aufständerung der Vakuumröhrenkollektoren erfolgte auf einer einfachen, kostengünstigen Unterkonstruktion. Bei den geramten Stahlprofilen kann dabei komplett auf ein Fundament und eine Versiegelung verzichtet werden.

Die Wärmebereitstellung für das ungefähr 6 km lange Wärmenetz mit über 100 Hausanschlüssen, darunter auch größere Verbraucher wie eine Schule, ein Hotel und öffentliche Gebäude läuft zu 87 % über die Hackschnitzelheizkessel mit 900 und 450 kW Wärmeleistung und zu 13 % über die Solarthermieanlage.

Mit einem Wärmeertrag von über 500 MWh pro Jahr sparen die Solarkollektoren ca. 800 Schüttraummeter Holzhackschnitzel jährlich ein.



Freilandaufgeständerte Vakuumröhrenkollektoren

Wirtschaftliche Daten

Die Projektkosten für die Heizzentrale mit Hackschnitzelheizung und Kollektorfel­ch sowie das Nahwärmenetz inkl. der Wärmeübergabestationen liegen bei rund 3,5 Mio. Euro.

Die Finanzierung läuft zu drei Vierteln über ein KfW-Darlehen und zu rund einem Viertel über das Aktienkapital von Solarcomplex. Zusätzlich bezuschusste das Land Baden-Württemberg das Projekt aufgrund seines innovativen Charakters mit rund 100.000 €.

Die Gemeinde Büsingen profitiert zudem von einer Kaufkraftbindung vor Ort, da die Energiekosten nun in einer regionalen Kreislaufwirtschaft fließen. So belief sich der bisherige jährliche Heizölbedarf sich auf ca. 400.000 l, dies entspricht einem Energiekostenabfluss von ca. 350.000 € pro Jahr bei heutigen Preisen. Bei einer Laufzeit von 20 Jahren bedeutet das eine Bindung der Kaufkraft von 20 - 30 Millionen Euro.

Erfahrungen und Besonderheiten

Die Anlage in Büsingen demonstriert den sinnvollen Einsatz von solarthermischen Anlagen in Kombination mit einem Biomassekessel bei Nahwärmeerschließungen in Energiedörfern.

Da die sommerliche Wärmelast zu 100 % durch die Solarthermieanlage gedeckt wird, ergeben sich Synergieeffekte bezüglich des Betriebs der Heizkessel. Zum einen werden unwirtschaftliche Teillastbetriebszustände der Heizkessel vermieden und darüber hinaus aufgrund der Stillstandzeiten im Sommer, Zeiträume für Wartungsarbeiten geschaffen.

Oft sind die Initiatoren eines solchen Bioenergiedorfs engagierte Bürger in Zusammenarbeit mit der Kommune, die den Wunsch nach einer nichtprofitorientierten, langfristig preisstabilen, erneuerbaren Energieversorgung hegen.

Weitere Informationen

Adresse:	Herblingerstraße 21, 78266 Büsingen am Hochrhein
Projektbeteiligte:	solarcomplex AG Ekkehardstr. 10, 78224 Singen www.solarcomplex.de Ritter XL Solar GmbH Ettlinger Straße 30, 76307 Karlsbad www.ritter-xl-solar.com Solites – Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme Meitnerstr. 8, 70563 Stuttgart www.solites.de
Kontakt:	Bene Müller, solarcomplex AG Tel. 07731 8274-0 Email mueller@solarcomplex.de
Weitere Informationen:	www.bioenergiesiedorf-buesingen.de www.ritter-xl-solar.com www.solarcomplex.de Müller: Büsingen – das erste Bioenergiesiedorf mit großer Solarthermie, Präsentation 27.10.2014 in Erfurt, solarcomplex AG

Bildnachweise

Seite 1:	Heizzentrale Büsingen, Quelle: Solites
Seite 2:	Piktogramme, Quelle: Solites Nahwärmeleitungen, Quelle: solarcomplex AG Einbau Pufferspeicher, Quelle: solarcomplex AG
Seite 3:	Kollektorfeld; Quelle: Solites